Münster i/W. 1934. № 247 Med Diss.

Aus dem Pharmakologischen Institut der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster (Westf.)
Direktor: Prof. Dr. med. et phil. H. Freund.

Ueber den Einfluss des Coffeins, Theobromins und Theocins auf die Methylenblauentfärbung.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde der Hohen Medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster (Westf.)

vorgelegt von
Heinz Tetenberg
aus Hagen

1933

Gedruckt in der Buchdruckerei Franz Grube, Werne a. d. Lippe

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Dekan: Prof. Dr. P. Esch

Referent: Privatdozent Dr. med. et phil. W. Haarmann

Korreferent: Prof. Dr. med. et phil. H. Freund

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster i. W.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547410_0125

Ueber den Einfluss des Coffeins, Theobromins und Theocins auf die Methylenblauentfärbung.

Einige Arbeiten aus dem hiesigen Institut haben die Frage der Stoffwechselwirkung des Coffeins und der dem Coffein nahestehenden Purinabkömmlinge Theobromin und Theocin zum Gegenstand. Fischer[1]) untersuchte den Einfluß des Coffeins auf den Kohlenhydratabbau im Gewebe, Kocks[2]) die Einwirkung auf die Dehydrierungsvorgänge. Becker[3]) ergänzte die Versuche Fischer's und dehnte sie auf das Theobromin und Theocin aus. Goldlücke[4]) prüfte das Verhalten des Sauerstoffverbrauchs überlebender Gewebe unter der Einwirkung der drei Purine.

Aus den Arbeiten geht hervor, daß die verschiedenen Purine auf die Stoffwechselvorgänge in verschiedener Weise einwirken. Im Zusammenhang wird über die einzelnen Ergebnisse anderenorts berichtet werden.

Aufgabe der vorliegenden Arbeit war den Einfluß der drei Stoffe auf die Dehydrierungsvorgänge im Gewebe zu behandeln. Untersucht wurden:

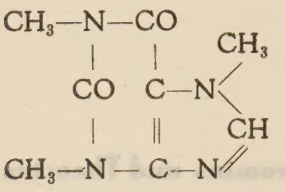
1. das Coffein (Trimethylxanthin),
2. das Theobromin (Dimethylxanthin) und das dem Theobromin isomere
3. Theocin.

---

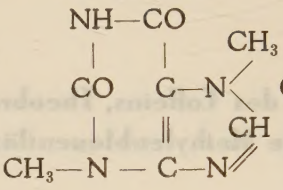
[1]) L. Fischer: Inaugural-Dissertation Münster 1933.
[2]) M. Kocks: Inaugural-Dissertation Münster 1933.
[3]) Becker: Inaugural-Dissertation Münster 1933.
[4]) H. Goldlücke: Inaugural-Dissertation Münster 1934. (In Vorbereitung.)

Zur Verwendung kamen die Doppelsalze mit Natriumacetat der genannten Verbindungen.

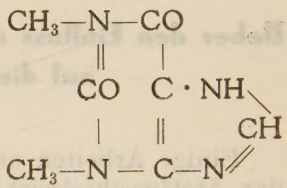
Coffein



Theobromin



Theocin



Die Konzentrationen der Stoffe in den Versuchsansätzen sind in den Tabellen angegeben. Die Versuchsmethodik war die im hiesigen Institut übliche und braucht daher nicht näher beschrieben werden.

Versuchsserie I.

An folgenden Versuchen wurde zunächst der Einfluß der drei Purinabkömmlinge auf das Dehydrierungsvermögen auf frische Skelettmuskulatur vom Frosch untersucht. Der durch die Gewebsdehydrasen aktivierte Wasserstoff der Nährstoffe wird dabei von Methylenblau unter Entfärbung aufgenommen. Versuchsergebnisse zeigen Tabellen 1a und 1b.

Aus den Versuchen geht hervor, daß die Wirkung der drei Verbindungen auf die Dehydrierungsvorgänge nicht die gleiche ist. Das Theocin ist wirkungslos, das Coffein und Theobromin beschleunigen in starker Verdünnung die Methylenblauentfärbung und verzögern sie in starken Konzentrationen erheblich. Das Coffein ist dem Theobromin an Giftigkeit überlegen. Der Indifferenzpunkt liegt bei Coffein in einer Verdünnung von 1.10^{-9}, bei Theobromin bei einer Verdünnung von 1.10^{-7}—1.10^{-6}.

K o c k s, die ihre Versuche vorwiegend an Herzmuskulatur anstellte, fand gleichfalls eine starke Hemmung der Methylenblauentfärbung durch höhere Coffeinkonzentrationen und eine Beschleunigung der Dehydrierungsvorgänge in stärkeren Ver-

Tabelle 1 a ohne Zusatz
Skelettmuskel Frosch
Entfärbungszeit in Minuten

Konzentration	Coffein			Theobromin			Theocin		
Kontrollvers.	20	21	26	33	34	39	22	24	29
1.10^{-10}	20	21	23	29	31	33	24	23	30
1.10^{-9}	22	23	23	32	31	35	24	23	30
1.10^{-8}	25	24	25	33	33	37	25	24	32
1.10^{-7}	25	26	28	33	34	37	26	25	29
1.10^{-6}	28	30	38	35	35	41	24	25	27
1.10^{-5}	33	34	38	37	38	45	25	25	29
1.10^{-4}	35	35	40	41	44	50	24	25	30
1.10^{-3}	40	40	35	56	54	59	25	25	30

Tabelle 1 b ohne Zusatz
Entfärbungszeiten: % v. Kontrollversuch
Kontrollversuch = 100

Konzentration	Coffein				Theobromin				Theocin			
	1	2	3	Mittel	1	2	3	Mittel	1	2	3	Mittel
1.10^{-10}	100	87	88	92	88	91	85	88	109	96	104	103
1.10^{-9}	110	96	88	99	97	91	90	93	109	96	104	103
1.10^{-8}	125	100	96	110	100	97	95	97	114	100	110	108
1.10^{-7}	125	108	108	114	100	100	95	98	118	104	100	107
1.10^{-6}	140	125	127	131	106	103	105	105	109	104	94	102
1.10^{-5}	165	142	146	152	112	112	115	113	114	104	100	106
1.10^{-4}	175	146	154	158	124	129	128	127	109	104	104	106
1.10^{-3}	200	167	135	167	167	159	152	159	114	104	104	107

dünnungen. Bemerkenswert ist, daß das Maximum der Beschleunigungswirkung in den Versuchen an Herzmuskulatur bei einer Coffeinkonzentration von ca. 1.10^{-6} liegt, in einigen Versuchen

mit Froschmuskulatur dagegen bei 1.10^{-10} bis 1.10^{-9}. Die unterschiedliche Giftempfindlichkeit von Skelettmuskulatur und Herzmuskulatur dürfte darauf zurückzuführen sein, daß der Fermentgehalt der beiden Organe voneinander abweicht. Dies kann nur damit erklärt werden, daß das Spaltungsvermögen der beiden Organe für zugesetzte Kohlenhydrate verschieden ist. Die Skelettmuskulatur baut z. B. das Glykogen in starkem Umfange zu Milchsäure ab, nicht aber Glukose. Der Herzmuskel verhält sich genau umgekehrt, bei ihm ist vor allem die Glukose ein starker Milchsäurebildner, nicht aber das Glykogen. Dies ist ein Beweis dafür, daß im Skelettmuskel und Herzmuskel die Kohlenhydrat abbauenden Fermentsysteme nicht gleich sein können. Es ist zu erwarten, daß auch der Gehalt an Dehydrasen entsprechende Unterschiede zeigt.

Versuchsserie II.

Auch bei der Dehydrierung der Milchsäure ist das Theocin nahezu wirkungslos, das Coffein und Theobromin beschleunigen auch hier in starken Verdünnungen die Dehydrierung und hemmen sie in höheren Graden. Der Reaktionsablauf entspricht also ganz den Versuchen ohne Zusatz von Laktat. Bemerkenswert ist, daß das Theocin in der stärksten Verdünnung von 1.10^{-10} die Dehydrierung der Milchsäure stark verlangsamt.

Tabelle 2a Laktat
Skelettmuskel Frosch
Entfärbungszeit in Minuten

Konzentration	Coffein			Theobromin				Theocin			
Kontrollvers.	31	35	28	35	37	40	42	46	37	39	41
1.10^{-10}	27	33	25	33	35	37	38	57	46	60	50
1.10^{-9}	29	35	27	30	32	31	30	44	32	35	39
1.10^{-8}	32	35	30	30	33	34	35	45	33	35	40
1.10^{-7}	38	40	35	32	37	35	35	45	34	37	40
1.10^{-6}	42	45	42	35	39	41	42	46	35	38	42
1.10^{-5}	45	50	52	38	43	45	47	48	36	37	42
1.10^{-4}	50	55	55	43	47	50	53	45	33	40	45
1.10^{-3}	55	55	62	48	51	55	57	44	34	40	40

Tabelle 2b Laktat

Entfärbungszeiten: % v. Kontrollversuch

Kontrollversuch = 100

Konzentration	Coffein				Theobromin					Theocin				
	1	2	3	Mittel	1	2	3	4	Mittel	1	2	3	4	Mittel
1.10^{-10}	87	92	89	89	94	95	93	90	93	124	124	154	122	131
1.10^{-9}	93	100	96	96	86	86	78	72	81	96	86	90	92	95
1.10^{-8}	103	100	107	103	86	89	85	83	86	98	89	90	94	98
1.10^{-7}	122	114	125	120	91	100	87	83	90	98	92	95	91	98
1.10^{-6}	135	129	150	138	100	105	102	100	102	100	95	97	99	102
1.10^{-5}	145	143	186	158	108	116	112	112	112	104	97	95	100	102
1.10^{-4}	161	158	196	172	123	127	125	126	125	123	89	102	100	110
1.10^{-3}	177	153	222	186	137	138	137	136	137	137	89	102	96	98

Die Ergebnisse der Coffeinversuche stimmen in gewissen Einschränkungen mit den Versuchen von Kocks überein. Auch sie stellte eine Hemmung der Milchsäuredehydrierung durch höhere Coffeinkonzentrationen fest, und eine Beschleunigung durch niedrigere Konzentrationen. Das Optimum der Förderungswirkung liegt bei der Warmblütermuskulatur, an der Kocks vor allem ihre Versuche anstellte, bei höheren Konzentrationen als bei der Froschmuskulatur. Auch sind die Hemmungen der Milchsäuredehydrierung durch hohe Coffeingaben bei Warmblütermuskulatur geringer als bei Froschmuskulatur.

Versuchsserie III.

Auf den Abbau des Glykogens sind die drei Methylxanthine ohne Einwirkung. Der Abbau des Glykogens unter Dehydrierung setzt bekanntlich nicht direkt am Glykogenmolekül selbst an, sondern erst an den aus dem Glykogen tiefer entstandenen Abbaustufen. In welcher Weise die Zwischenreaktionen, die das Glykogen erst in dehydrierbare Verbindung überführen, durch die drei Gifte beeinflußt werden, läßt sich auf Grund der Versuche nicht entscheiden.

Tabelle 3 Glykogen
Skelettmuskel Frosch
Entfärbungszeit in Minuten

Konzentration	Coffein			Theobromin			Theocin		
Kontrollvers.	60	60	51	34	39	40	29	34	37
1.10^{-10}	60	–	50	37	40	39	25	30	38
1.10^{-9}	–	60	53	35	40	40	27	29	37
1.10^{-8}	60	60	52	34	35	41	27	31	35
1.10^{-7}	65	65	49	33	35	38	28	30	35
1.10^{-6}	65	65	50	33	38	38	27	30	33
1.10^{-5}	65	65	50	35	38	41	30	28	34
1.10^{-4}	65	65	48	35	40	39	30	30	35
1.10^{-3}	65	65	49	35	40	42	30	32	35

Versuchsserie IV.

Im Folgenden soll die Einwirkung der drei Gifte auf Herzmuskel untersucht werden. Die Versuchsergebnisse sind aus den Tabellen 4a und 4b zu entnehmen. Wie aus den Tabellen ersichtlich ist, zeigt jedes der drei Purine sein besonderes Wirkungsbild. Das Coffein beschleunigt in allen Konzentrationen den Abbau der Glukose, und zwar geht die Förderungswirkung der Glukose der Coffeinkonzentration parallel. Die verbessernde Wirkung des Coffeins ist bereits in der stärksten Verdünnung nachweisbar, bei der höchsten Konzentration beträgt die Entfärbungszeit ungefähr nur noch die Hälfte des Kontrollversuches. Der Glukoseabbau ist mithin auf das Doppelte gesteigert.

Auch in den Versuchen von Kocks zeigt sich die verbessernde Wirkung des Coffeins auf den Glukoseabbau durch Herzmuskelgewebe. Das Optimum der Förderung liegt im Gegensatz zu den Versuchen von Kocks bei den höchsten Coffeinkonzentrationen. Worauf diese Unterschiede zurückzuführen sind, läßt sich nicht ohne weiteres entscheiden. Man könnte an eine verschiedene Giftempfindlichkeit der Dehydrasen in den verschiedenen Jahreszeiten denken, sie dürfte also auf hormonale Einflüsse zurückzuführen sein.

Auch das Theobromin beschleunigt den Glukoseabbau. Die Konzentration von 1.10^{-10} ist unwirksam, alle übrigen Verdün-

nungen wirken beschleunigend, und zwar von 1.10^{-9} — 1.10^{-6} und 1.10^{-3} annähernd gleich stark, während in den höheren Konzentrationen von 1.10^{-5} und 1.10^{-4} das Dehydrierungsvermögen gegenüber den anderen Konzentrationen herabgesetzt, aber gegenüber den Kontrollversuchen immer noch erhöht ist.

Tabelle 4a Glukose

Herz Kaninchen

Entfärbungszeit in Minuten

Konzentration	Coffein			Theobromin			Theocin		
Kontrollvers.	60	61	57	35	31	35	32	30	36
1.10^{-10}	52	55	58	35	32	37	29	30	29
1.10^{-9}	46	52	57	25	20	24	33	32	32
1.10^{-8}	42	48	48	27	21	22	35	36	35
1.10^{-7}	40	45	43	28	22	22	35	35	35
1.10^{-6}	38	41	35	30	21	18	38	39	40
1.10^{-5}	38	37	30	34	32	30	40	43	44
1.10^{-4}	36	36	29	32	30	23	46	44	52
1.10^{-3}	35	33	27	27	22	18	52	55	60

Tabelle 4b Glukose

Entfärbungszeiten: % v. Kontrollversuch

Kontrollversuch = 100

Konzentration	Coffein				Theobromin				Theocin			
	1	2	3	Mittel	1	2	3	Mittel	1	2	3	Mittel
1.10^{-10}	86	90	101	92	100	103	106	103	91	100	81	91
1.10^{-9}	77	85	100	87	71	64	69	68	103	106	84	98
1.10^{-8}	70	79	84	78	77	68	63	69	110	120	97	109
1.10^{-7}	66	74	76	72	80	71	63	71	110	116	97	109
1.10^{-6}	63	67	61	64	86	68	52	69	119	130	111	120
1.10^{-5}	63	61	53	59	97	103	86	95	125	143	122	130
1.10^{-4}	60	59	51	57	91	97	66	85	144	163	145	151
1.10^{-3}	58	54	47	53	77	71	52	67	163	183	167	171

Das Theocin wiederum bewirkt in ansteigender Konzentration eine zunehmende Verschlechterung des Glukoseabbaus, die bei höheren Gaben sehr erheblich ist. In ganz starken Verdünnungen ist der Glukoseabbau leicht gesteigert. Aus den Versuchen geht hervor, daß die Wirkungsrichtung des Coffeins und Theocins genau entgegengesetzt verläuft. Bei der Verbesserung der Herztätigkeit durch Coffein und auch Theobromin könnte sehr wohl ein gesteigerter Glukoseabbau mitbeteiligt sein, wissen wir doch, daß der Herzmuskel seinen Energiebedarf vorwiegend durch den Abbau der Glukose deckt.

Versuchsserie V.

Der Glukoseabbau durch Hirngewebe muß besonders besprochen werden, weil die Abbauwege der Glukose in Hirn und Herz verschieden verlaufen. Beim Abbau der Glukose durch Hirn ist Phosphat unbeteiligt, im Herzen dagegen ist Phosphat notwendig, indem es zur intermediären Bildung von Hexosephosphorsäureestern herangezogen wird. Sind die Abbaumechanismen verschieden, dann kann auch eine unterschiedliche Giftempfindlichkeit des Glukoseabbaus erwartet werden.

Das Coffein führt auch beim Glukoseabbau durch Hirn zu einer in der Konzentration ansteigenden Verkürzung der Entfärbungszeiten. Das Theobromin bewirkt bei allen Konzentrationen eine geringfügige Verschlechterung des Glukoseabbaus, der im Herzmuskel eine Beschleunigung erfuhr. Eine abweichende Empfindlichkeit der beiden Glukoseabbauwege zeigt sich besonders unter der Theocinwirkung. Das Theocin beschleunigt die Dehydrierung der Glukose durch Hirngewebe und verschlechtert sie durch Herzmuskelgewebe. Auffällig ist, daß die stärkste Verdünnung von Theocin den Glukoseabbau durch Hirngewebe stark verschlechtert wie das auch bei der Dehydrierung durch Milchsäure der Skelettmuskulatur der Fall ist.

Wie beim Glykogenabbau so setzt auch bei Abbau der Glukose die Dehydrierung erst ein, nachdem aus der Glukose einfachere Verbindungen hervorgegangen sind. Diese Vorgänge verlaufen im Tierkörper auch ohne Mitwirkung von Sauerstoff. Die Dehydrierung bzw. Oxydation setzt bei den Spaltprodukten ein, in die das Hexosemolekül zerfällt. Es handelt sich in der Hauptsache dabei um Verbindungen mit drei Kohlenstoffatomen, die man im Einzelnen noch nicht kennt.

Tabelle 5a Glukose
Hirn Kaninchen, Kalb
Entfärbungszeit in Minuten

Konzentration	Coffein			Theobromin			Theocin		
Kontrollvers.	34	39	39	31	30	39	42	50	47
1.10^{-10}	28	38	39	34	34	42	59	64	60
1.10^{-9}	26	35	37	34	35	42	46	51	49
1.10^{-8}	26	35	35	35	35	43	32	39	37
1.10^{-7}	25	35	33	34	35	39	31	39	37
1.10^{-6}	23	30	27	34	37	39	32	40	35
1.10^{-5}	22	27	25	36	36	40	32	38	38
1.10^{-4}	20	25	20	35	36	42	33	40	42
1.10^{-3}	18	20	17	37	36	42	34	40	42

Tabelle 5b Glukose
Entfärbungszeiten: % v. Kontrollversuch
Kontrollversuch = 100

Konzentration	Coffein				Theobromin				Theocin			
	1	2	3	Mittel	1	2	3	Mittel	1	2	3	Mittel
1.10^{-10}	82	98	100	93	110	113	108	111	140	128	128	132
1.10^{-9}	77	90	95	87	110	117	108	112	109	102	103	105
1.10^{-8}	77	90	90	86	113	117	110	113	76	78	79	78
1.10^{-7}	74	90	85	83	110	117	100	109	74	78	79	77
1.10^{-6}	68	77	69	71	110	123	100	111	76	80	74	77
1.10^{-5}	65	69	64	66	116	120	105	114	78	76	81	78
1.10^{-4}	59	64	53	58	113	120	108	114	78	80	89	83
1.10^{-3}	53	51	44	49	119	120	108	116	81	80	89	83

Versuchsserien VI - VIII.

Zu den bisherigen besprochenen Versuchen wurden die Gewebe ohne weitere Behandlung benutzt. In den folgenden Versuchen wurden einige Abbauvorgänge geprüft, die auch nach

starkem Auswaschen im Muskelgewebe noch stattfinden. Es handelt sich hier um die Dehydrierung der Bernsteinsäure, Hexosediphosphorsäure und Glyzerinphosphorsäure, die in Form ihrer Natriumsalze zur Anwendung kamen.

Tabelle 6 Bernsteinsäure
Ausgewaschener Muskel Kaninchen
Entfärbungszeit in Minuten

Konzentration	Coffein			Theobromin			Theocin		
Kontrollvers.	43	41	46	28	27	25	42	41	39
1.10^{-10}	43	44	45	30	26	25	44	43	35
1.10^{-9}	44	45	43	30	27	25	44	42	35
1.10^{-8}	43	46	43	30	27	25	45	42	35
1.10^{-7}	42	41	42	38	28	26	46	35	37
1.10^{-6}	42	43	45	29	28	27	44	43	40
1.10^{-5}	43	42	43	29	25	27	45	45	41
1.10^{-4}	45	43	42	30	25	26	45	45	40
1.10^{-3}	42	43	45	30	27	25	45	45	42

Tabelle 7 Hexosediphosphorsäure
Ausgewaschener Muskel Kaninchen
Entfärbungszeit in Minuten

Konzentration	Coffein			Theobromin			Theocin		
Kontrollvers.	51	44	48	37	37	39	37	29	37
$1\ 10^{-10}$	48	45	45	35	40	37	40	32	38
1.10^{-9}	48	45	45	35	40	38	42	32	38
1.10^{-8}	50	43	46	35	36	35	42	30	40
1.10^{-7}	52	42	47	30	36	38	40	32	42
1.10^{-6}	52	42	51	32	37	40	38	29	42
1.10^{-5}	48	45	49	33	40	40	40	30	38
1.10^{-4}	50	43	40	35	38	35	40	30	40
1.10^{-3}	50	43	49	35	35	37	40	30	42

Tabelle 8 Glyzerinphosphorsäure
Ausgewaschener Muskel Kaninchen
Entfärbungszeit in Minuten

Konzentration	Coffein			Theobromin			Theocin		
Kontrollvers.	33	27	26	53	44	42	19	25	21
1.10^{-10}	36	28	28	55	45	—	17	23	18
1.10^{-9}	35	28	30	55	40	43	21	24	20
1.10^{-8}	35	27	30	53	45	42	22	25	22
1.10^{-7}	34	26	27	52	42	43	21	24	24
1.10^{-6}	34	27	28	53	42	40	23	23	22
1.10^{-5}	33	28	30	52	42	43	21	23	19
1.10^{-4}	33	29	30	53	45	41	20	23	20
1.10^{-3}	34	29	30	53	45	44	22	23	22

Aus Tabelle 6—8 geht hervor, daß die Dehydrierung der drei genannten Verbindungen unter der Einwirkung der Purine unbeeinflußt bleibt. Der Abbau dieser drei Verbindungen unterscheidet sich also grundsätzlich von den übrigen untersuchten Dehydrierungsvorgängen.

Zusammenfassung.

Es wurde der Einfluß der Xanthine Coffein, Theobromin und Theocin auf eine Reihe von Dehydrierungsvorgänge im Gewebe untersucht. Die drei Verbindungen wirken nicht einheitlich. Jede zeigt ihr besonderes Wirkungsbild. Das Dehydrierungsvermögen des Skelettmuskels ist unter der Theocinwirkung unverändert und wird durch Coffein und Theobromin mit ansteigender Konzentration herabgesetzt. Das Coffein ist das stärkste Gift. In starken Verdünnungen treten leichte Steigerungen der Dehydrierungsvorgänge auf.

Die Dehydrierung der Milchsäure wird in der gleichen Weise beeinflußt wie die Dehydrierung der Gewebsdonatoren. Beim Glykogenabbau sind die drei Gifte wirkungslos, der Glukoseabbau durch Herz und Hirngewebe wird durch Coffein mit ansteigender Konzentration stark beschleunigt, desgleichen Glukoseabbau in Hirngewebe durch Theocin und im Herzmuskelgewebe durch Theobromin. Das Theocin setzt den Glukoseabbau durch Herzmuskelgewebe mit ansteigender Konzentration stark herab, und das Theobromin verschlechtert die Glukoseverwertung durch Hirngewebe, wenn auch nur geringfügig. Die Dehydrierung der Bernsteinsäure, Hexosediphosphorsäure und Glyzerinphosphorsäure sind gegen die Gifte unempfindlich.

Wenn aus den Ergebnissen Rückschlüsse auf die Wirkungsweise der drei Purine erlaubt sind, so sei darauf hingewiesen, daß das Coffein am Herzen und am Gehirn entsprechend seiner erregenden Wirkung am stärksten den Stoffwechsel beschleunigt, während beim Theobromin zwar am Herzen eine leichtere Beschleunigung nachweisbar ist, im Gehirn dagegen nicht, und beim Theocin am Herzen keine und im Gehirn eine vergleichsweise geringe Wirkung vorhanden ist.

Uebersichtstabelle

Purine	Konzentration								Organ Zusatz
	1.10^{-10}	1.10^{-9}	1.10^{-8}	1.10^{-7}	1.10^{-6}	1.10^{-5}	1.10^{-4}	1.10^{-3}	
Coffein	+	∅	—	——	——	- - - -	- - - -	- - - -	Skelettmuskel Frosch
Theobromin	+	∅	∅	∅	—	——	- - -	- - -	
Theocin	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	ohne Zusatz
Coffein	+	∅	—	——	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	Skelettmuskel Frosch
Theobromin	+	+	+	∅	∅	—	- - -	- - -	
Theocin	——	+	+	∅	∅	∅	∅	∅	Laktat
Coffein	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	Skelettmuskel Frosch
Theocin	+	+	+	+	+	+	∅	∅	
Theobromin	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	Glykogen
Coffein	+	++	++	++	++	++	+++		Herz Kaninchen
Theobromin	∅	++	++	++	∅	+	+++		
Theocin	+	∅	∅	—	——	- - -	- - -		Glukose
Coffein	∅	+	+	++	++	++	+++		Hirn Kaninchen
Theobromin	—	—	—	—	—	—	—		
Theocin	——	∅	++	++	++	+	+		Glukose
Coffein	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	Ausgewaschener Muskel
Theobromin	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	Kaninchen
Theocin	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	Bernsteinsäure
Coffein	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	Ausgewaschener Muskel
Theobromin	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	Kaninchen
Theocin	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	Hexosediphosphorsäure
Coffein	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	Ausgewaschener Muskel
Theobromin	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	Kaninchen
Theocin	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	Glyzerinphosphorsäure

∅ = ohne Einwirkung
\+ bzw. — leichte Steigerung bzw. Hemmung der Dehydrierung
++ „ —— starke „ „ „ „
+++ „ ——— sehr starke „ „ „ „

Lebenslauf.

Ich wurde am 11. Januar 1910 als Sohn des Kaufmanns Emil Tetenberg zu Hagen i. W. geboren. Nach dem frühen Tode meiner Mutter kam zu den Eltern meines Vaters nach Langendreer, wo ich auch die Volksschule besuchte. Nach der Rückkehr meines Vaters aus dem Felde besuchte ich die Oberrealschule zu Hagen, wo ich Ostern 1930 das Reifezeugnis erlangte. Daraufhin wandte ich mich dem zahnärztlichen Studium zu, absolvierte die ersten drei Semester in Marburg, wo ich die zahnärztliche Vorprüfung ablegte. Die klinischen Semester verbrachte ich in Münster. Dort erhielt ich Herbst 1933 meine Approbation.